

BAB III

METODOLOGI PERENCANAAN

3.1 Data Perencanaan

- Nama Gedung : Apartemen Begawan
- Lokasi : Jalan Raya Tlogomas No 1-3,
Lowokwaru Kota
- Jumlah Lantai : 25 Lantai
- Fungsi Gedung : Apartemen, departemen store dan area pariwisata
- Sistem Struktur : Dinding Geser
- Tinggi Gedung : 78,275m
- Luas Gedung : 112.856,18 m²
- Tinggi Tiap Lantai
 - LG : 4,125 m
 - Ground & UG : 4,2 m
 - 3 – Roof Floor : 3,15 m
- Mutu Bahan
 - Mutu Beton
 - Tiang pancang pc *square* 45x45, daya dukung ijin = 120 ton (fc' 40 Mpa)
 - Kolom (fc' 35 Mpa)
 - Plat, balok, *tie beam*, *ramp*, *pile cap*, *slab* lantai 1, slab lantai basement, dinding basement, STP, GWT, dinding kolam renang (fc' 30 Mpa)
 - Tangga (fc' 30 Mpa)
 - *Exhaust duct*, *intake fresh air deuce*, lisplang, kolom praktis, *rise floor*, balok lintel, janggutan, umpak, parapet, *planter box*, *ramp groove*, parkir atas island parkir, *car stopper* (fc' 25 Mpa)
 - Pondasi genset, trafo, pompa, 56ltern air, 56ltern bahan bakar dan peralatan m/e yang lain. (fc' 30 Mpa)
 - Mutu Baja
 - Baja Tulangan
 - D10, D13 : tulangan ulir U-50 (BJTD 50) / D16, D19, D22, D25, D29, D32 : tulangan ulir u-40 (BJTD 40)
 - Wiremesh (M) : Tulangan Ulir U-50 (BJTD 50)
 - Baja Profil

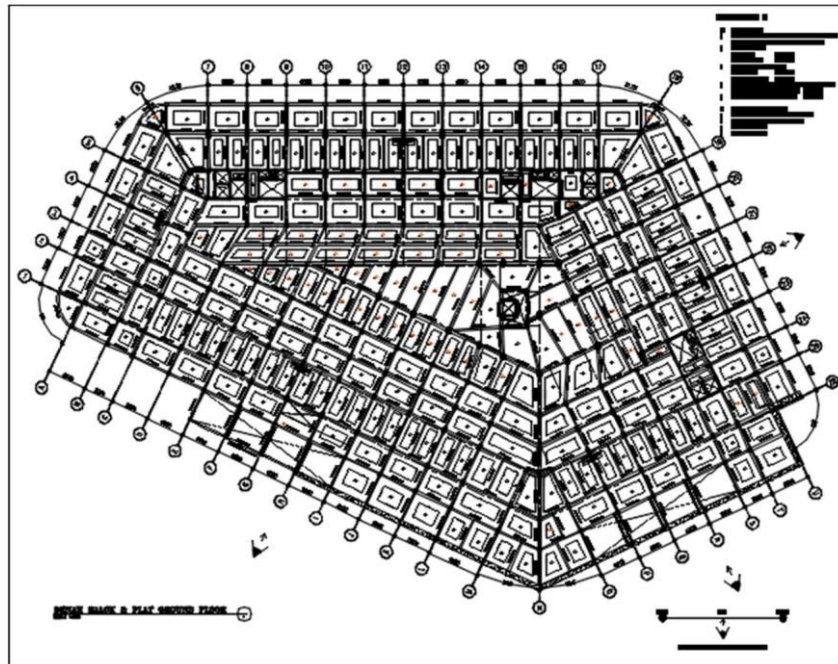
- ST-37 (Tegangan leleh = 2400 Kg/cm)
- Mutu Las : AWS E-70
- Mutu baut angkur : ASTM A-307
- Mutu Sambungan Baut
 - ASTM A-325 : DIA > 16mm
 - ASTM A-307 : DIA < 16mm
- Beban Hidup Rencana Lantai Bangunan (Live Load)
 - Lantai Basement : 400 kg/m²
 - Lantai 1 – Lantai Atap : 200 kg/m²
 - Lantai Penthouse : 200 kg/m²
 - Ramp : 400 kg/m²
 - Lantai Parkir; Tangga : 400 kg/m²
 - Office : 250 kg/m²
 - Tangga; R.Pertemuan; Koridor, Roof Garden : 480 kg/m²
 - Beban M & E disesuaikan dengan data Pembebanan



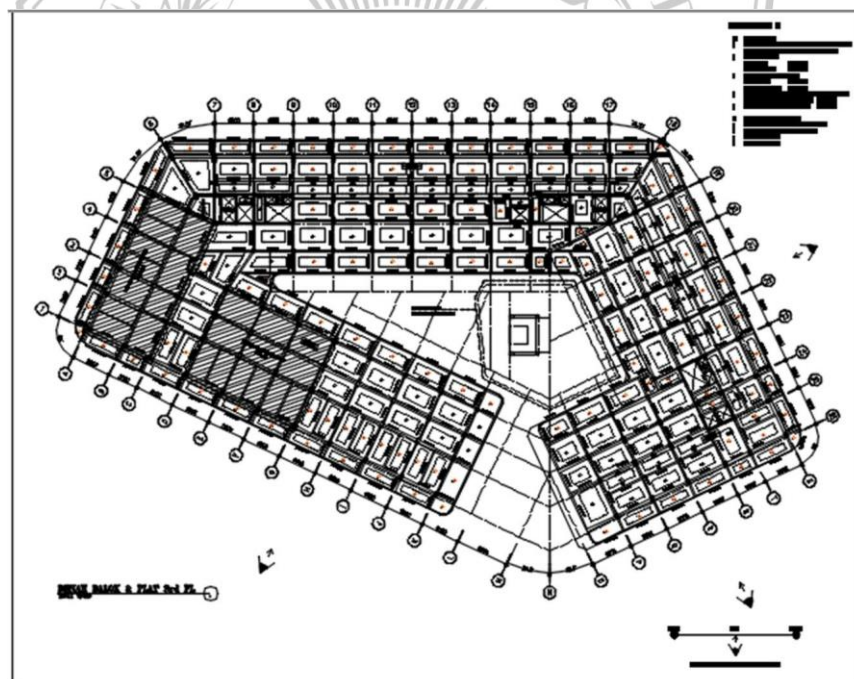
Gambar 3. 1 Visual Apartemen Begawan

3.2 Data Teknis Bangunan

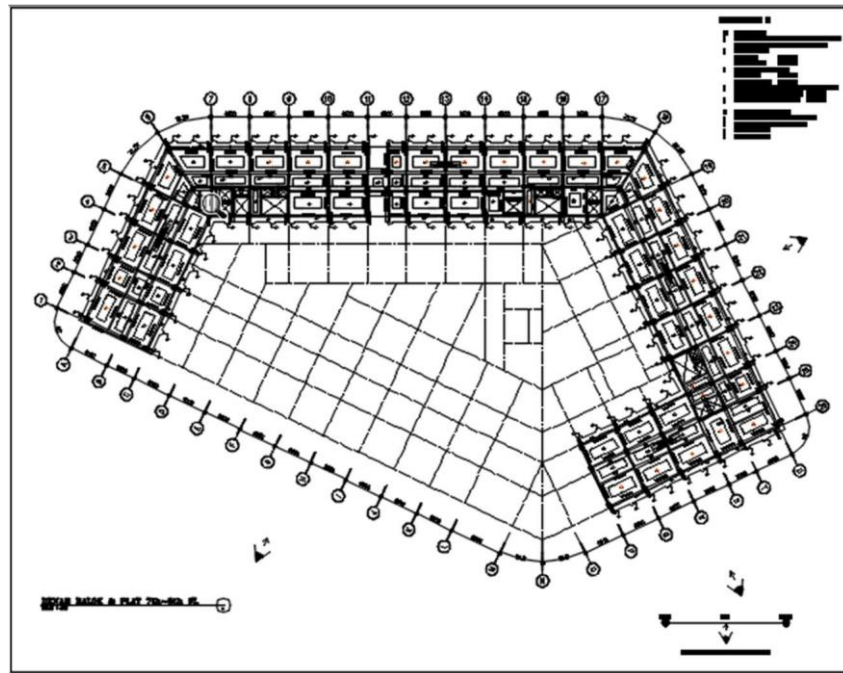
Apartemen Begawan memiliki bentuk bangunan yang tidak menerus sampai ke atas, terdapat perubahan bentuk seiring dengan tingkatan lantainya. Berikut adalah denah setiap lantai di apartemen Begawan.



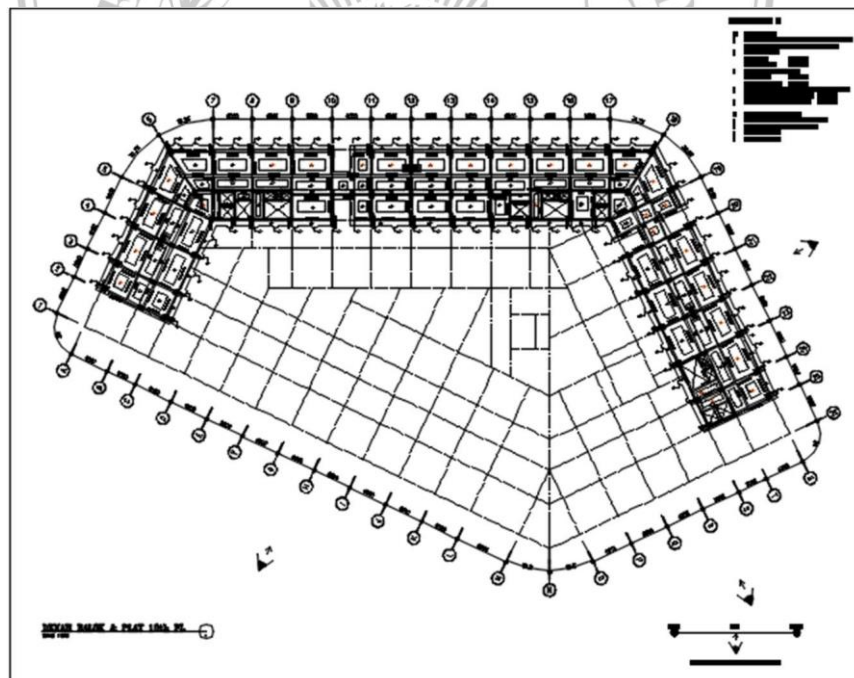
Gambar 3. 2 Denah Basement-Upper Ground



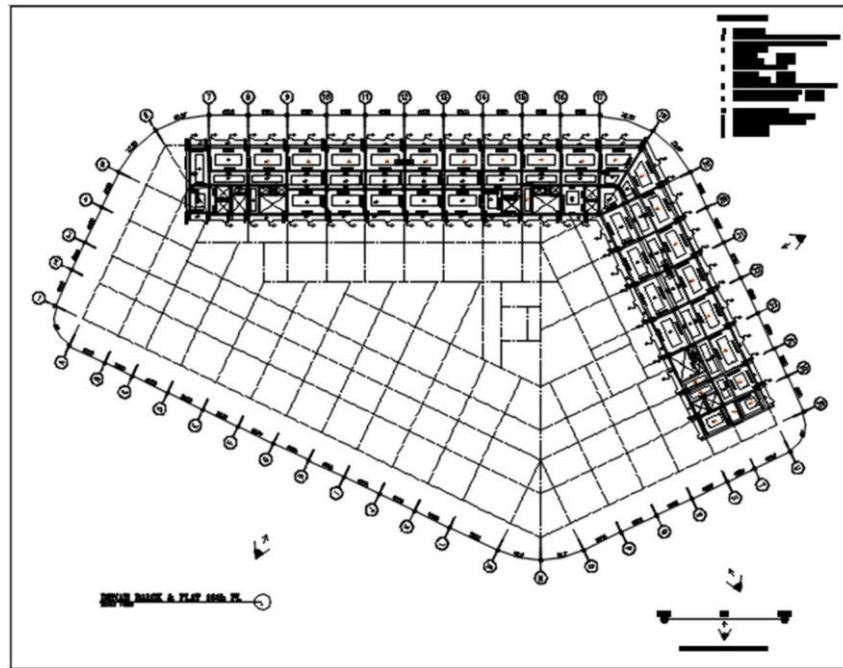
Gambar 3. 3 Denah lantai 3 – lantai 6



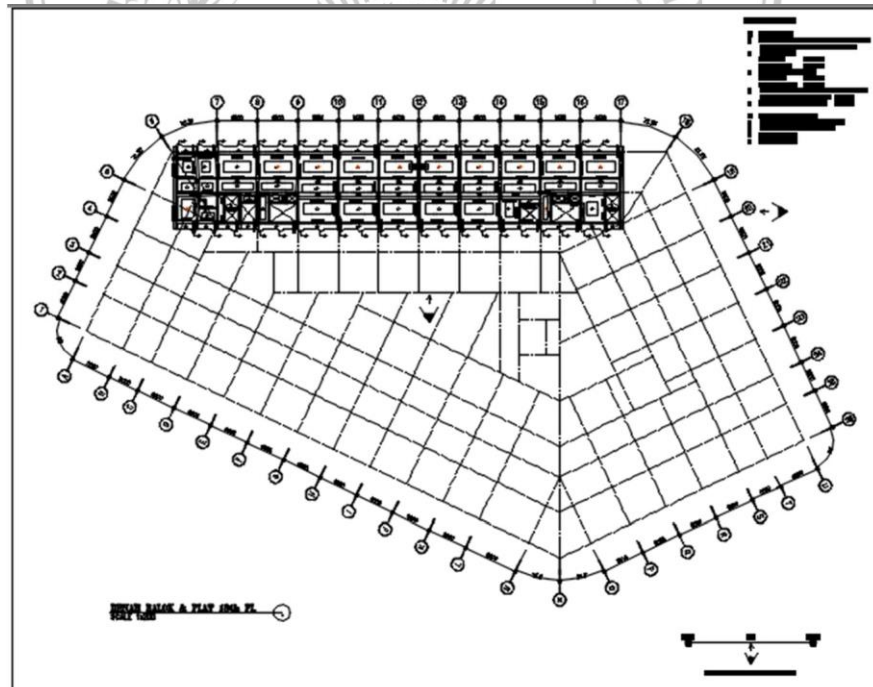
Gambar 3. 4 Denah lantai 7 – lantai 9



Gambar 3. 5 Denah lantai 10 – lantai 15



Gambar 3. 6 Denah lantai 16 – lantai 17



Gambar 3. 7 Denah Lantai 18 – lantai 25

3.3 Dinding Geser

- Tebal Dinding Geser : 350 mm
- Pemodelan Dinding Geser
 - Penempatan dinding geser akan dibuat menjadi 3 model sebagai pembanding kekuatan dan ketahanan terhadap gempa dengan nilai simpangan terkecil sebagai jaminan keamanan dari konstruksi yang ditinjau.

3.4 Eksentrisitas Bangunan

Eksentrisitas adalah jarak antara pusat massa bangunan dengan pusat kekakuan bangunan. Pusat massa sendiri adalah letak titik tangkap kombinasi beban mati dan beban hidup, sedangkan pusat kekakuan adalah titik yang tidak mengalami rotasi pada saat menerima beban horisontal namun hanya mengalami translasi.

$$e = \text{Pusat Massa} - \text{Pusat Kekakuan} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dalam mencari eksentrisitas rencana perlu diketahui pusat massa dan pusat rotasi dari suatu struktur. Setelah diketahui pusat massa dan pusat rotasi maka kita perlu membandingkan keduanya, jika eksentrisitas yang terjadi melebihi batas yang diijinkan, maka bentuk struktur perlu diganti. Perhitungan eksentrisitas rencana (e_d) antara pusat massa dan pusat kekakuan lantai dapat menggunakan rumus berikut ini:

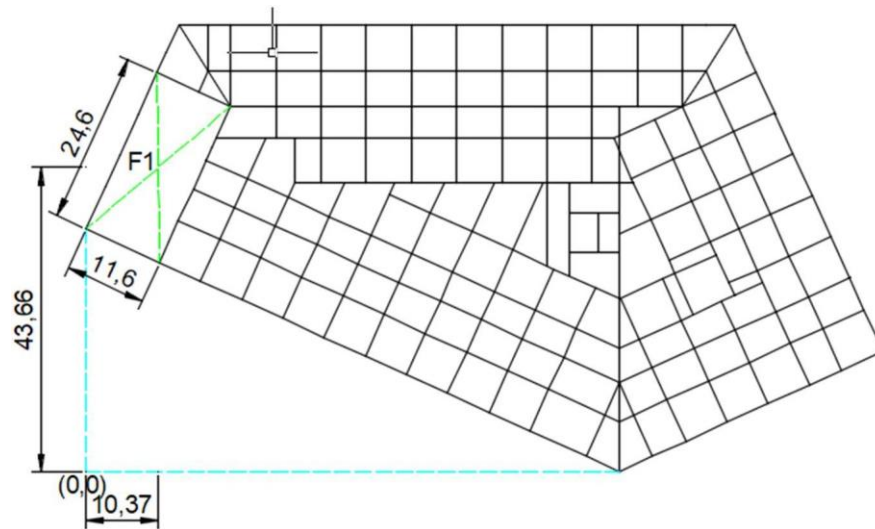
– Untuk $0 < e \leq 0,3b$

$$e_d = 1,5e + 0,05b \text{ atau } e_d = e - 0,05b$$

– Untuk $e > 0,3b$

$$e_d = 1,33e + 0,1b \text{ atau } e_d = 1,17e - 0,1b$$

Cara pertama menentukan titik berat adalah dengan cara memecah satu bentuk bangunan menjadi beberapa bentuk bangun datar, dengan menggunakan data yang ada berupa luas bangunan dan menambahkan koordinat 2 dimensi yang tujuannya adalah menyederhanakan proses perhitungan.



Gambar 3. 8 Contoh Pengambilan Data di Aplikasi Autocad

Nilai dari dimensi Panjang dan luas yang digunakan didapat dari data dengan bantuan aplikasi komputer Autocad dan untuk koordinat didapat dengan menggunakan Microsoft excel dengan rumus sebagai berikut

$$X_0 = \frac{\sum F_x}{\sum F} \dots\dots\dots (3. 2)$$

$$Y_0 = \frac{\sum F_y}{\sum F} \dots\dots\dots (3. 3)$$

Kemudian Untuk mempermudah perhitungan dapat juga digunakan aplikasi komputer Etabs yang memiliki formulasi perhitungan sebagai berikut :

1. Pusat Massa

$$Em = \frac{M_1x_1 + M_2x_2 + M_3x_3 \dots + M_ix_i}{M_1 + M_2 + M_3 \dots + M_i} \dots\dots\dots (3. 4)$$

Dimana :

M = Massa

x = Jarak dari titik berat penahan lateral ke titik yang ditinjau

2. Pusat Kekakuan

$$Ek = \frac{E_c I_1 x_1 + E_c I_2 x_2 + E_c I_3 x_3 \dots + E_c I_i x_i}{E_c I_1 + E_c I_2 + E_c I_3 \dots + E_c I_i} \dots \dots \dots (3.5)$$

Dimana :

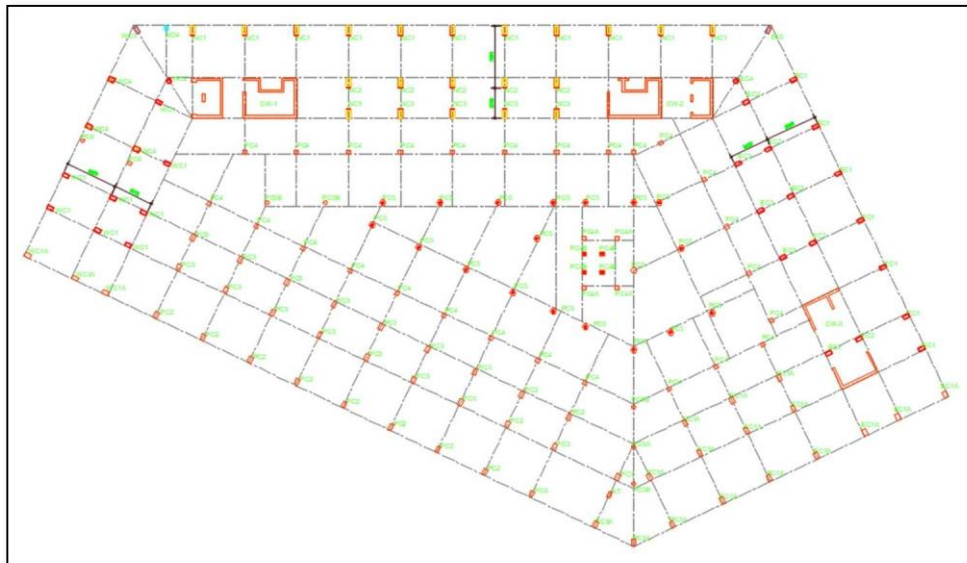
E_c = Modulus elastisitas beton

I = Inersia

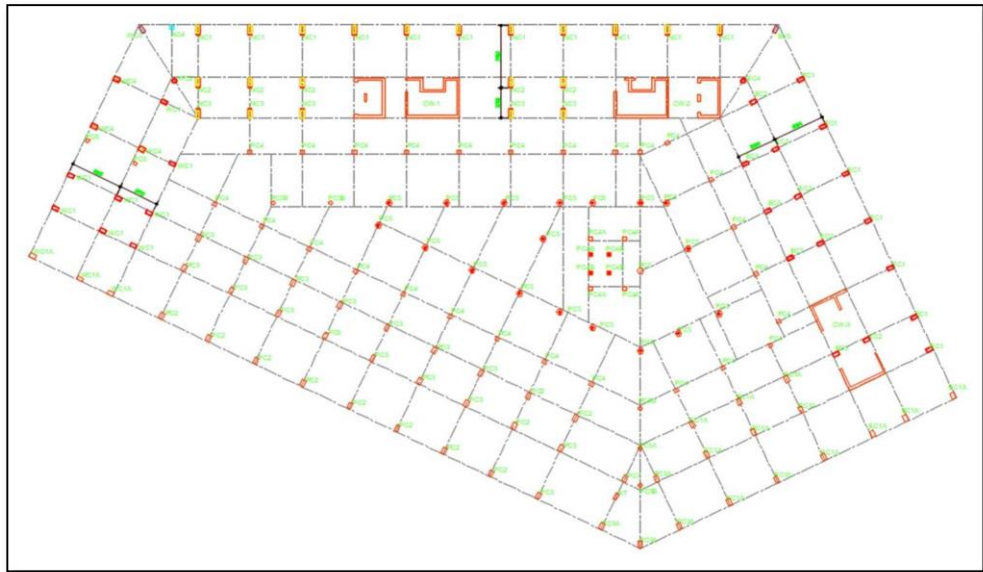
x = Jarak dari titik berat penahan lateral ke titik yang ditinjau

3.5 Alternatif Penempatan Dinding Geser

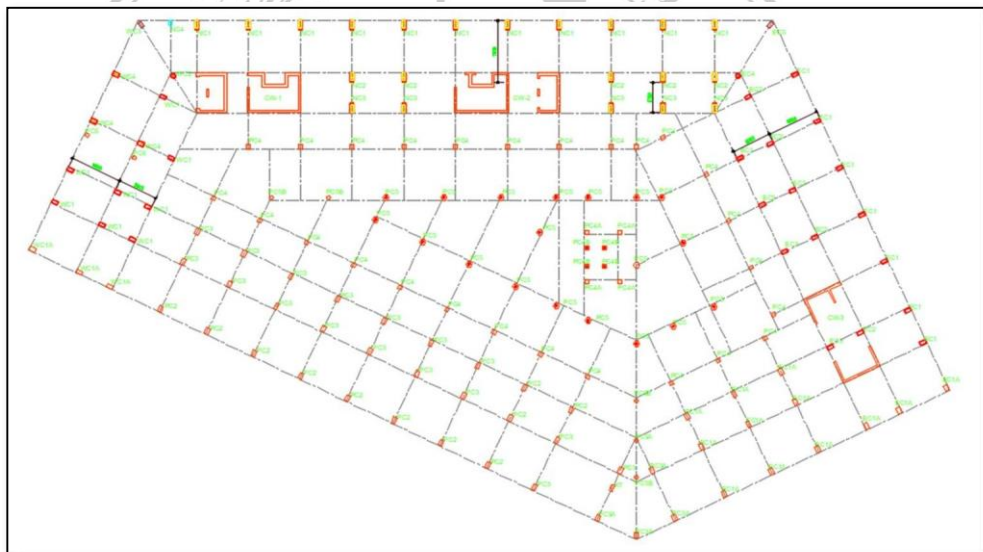
Model penempatan dinding geser dalam analisa perbandingan ini dibagi menjadi 3 alternatif yaitu *existing*, alternative 1 dan alternative 2. Masing-masing model memiliki perbedaan pada bagian *West core* dan *East core*, dasar perbedaan tersebut adalah letak dinding geser berada pada bagian yang menerus hingga *rooftop* bangunan. Selain itu pemindahan dilakukan dengan upaya memperkecil nilai eksentrisitas dan reaksi-reaksi yang terjadi pada bangunan. Berikut adalah permodelan yang dimaksud :



Gambar 3. 9 Penempatan Dinding Existing



Gambar 3. 10 Penempatan Dinding Geser Alternatif 1



Gambar 3. 11 Penempatan Dinding Geser Alternatif 2

3.6 Tahapan Analisa Struktur

Pertama yang dilakukan sebelum proses analisis adalah pemodelan sesuai dengan data perencanaan yang ada. Data-data yang dimaksud adalah terkait dengan denah, luas bangunan, tinggi antar lantai dan mutu/kekuatan bahan dan struktur yang ada.

3.6.1 Analisa Gempa

Analisa gempa dibedakan dalam proses analisisnya, mengingat nilai-nilai yang dihasilkan perlu diperhitungkan kembali. Berbeda dengan beban mati dan beban hidup yang nilainya dapat didapat dari data lapangan dan SNI terkait dengan pembebanan. Adapun tahapan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai kategori resiko bangunan dan faktor keutamaan, I_e sesuai dengan tabel 2.3 dan 2.4
2. Memasukkan nilai S_s dan S_l yang bisa didapat dari bantuan aplikasi online (http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/). Dari sini pula didapatkan klasifikasi situs yang menjelaskan jenis tanah pada lokasi yang ditinjau.
3. Dari data no.2 maka dapat dihitung koefisien situs F_a dan F_v yang disesuaikan dengan tabel 2.8 dan 2.9
4. Masih mengandalkan data dari tahapan no.2 menentukan nilai spektrum respon percepatan didapatkan dengan rumus :

$$S_{MS} = F_a \times S_s \dots\dots\dots (3.6)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_l \dots\dots\dots (3.7)$$

5. Kemudian akan didapat nilai percepatan spectral desain yang dimana rumusnya adalah :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} \dots\dots\dots (3.9)$$

6. Nilai yang didapat dari tahapan no.5 akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kategori desain seismik yang terdapat dalam tabel 2.10 dan 2.11
7. Menentukan nilai R , C_d dan Ω_0 berdasarkan bentuk dan jenis bangunan dengan meninjau di tabel 2.12
8. Menentukan periode fundamental pendekatan dengan masing-masing model lokasi penempatan yang direncanakan.
9. Menentukan Prosedur analisis gaya lateral (T) yang akan digunakan berdasarkan ketidakberaturan struktur. Dari tabel 2.16s dapat disimpulkan antara analisis gaya lateral statis ekivalen atau respon spektrum dinamik. Syarat yang berlaku untuk menentukan nilai T adalah :

$$T < 3,5 T_s = 3,5 \times \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} \dots\dots\dots(3.10)$$

10. Gaya geser dasar (V) juga perlu diperhitungkan dengan menggunakan data-data yang didapat dari tahapan sebelumnya, rumus yang digunakan adalah :

$$V = C_s \times W \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana,

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \times \frac{R}{I_e}} \dots\dots\dots(3.12)$$

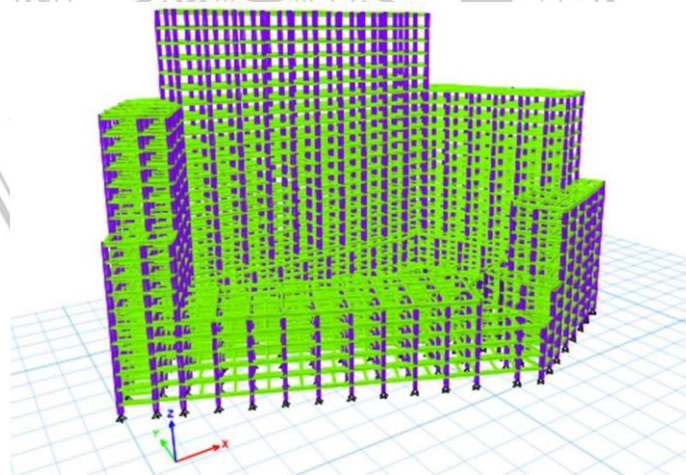
$$C_{smin} = 0,044 \times S_{D1} \times I_e \geq 0,01 \dots\dots\dots(3.13) \quad C_s > C_{smin}$$

11. Mencari nilai distribusi vertikal gaya gempa yang dimana rumusnya adalah :

$$F_x = C_{vx} \times V \dots\dots\dots(3.14)$$

3.6.2 Analisa Struktur Dengan ETABS V.16.2.1

Pemodelan struktur apartemen Begawan pada aplikasi ditunjukkan seperti gambar berikut :



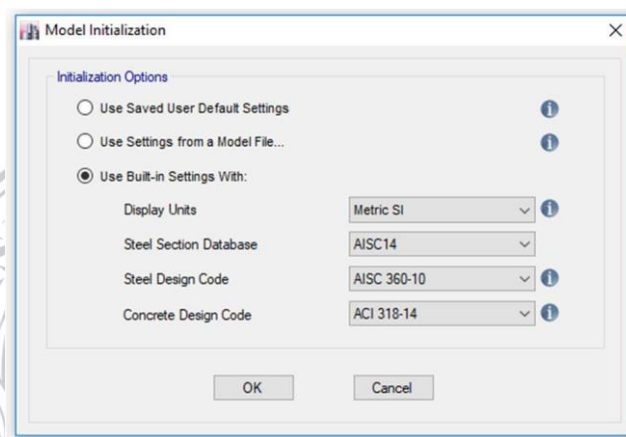
Gambar 3.12 Rencana Pemodelan Struktur Apartemen Begawan

3.6.2.1 Pemodelan Struktur

Beberapa asumsi yang digunakan pada saat proses analisa diantaranya adalah :

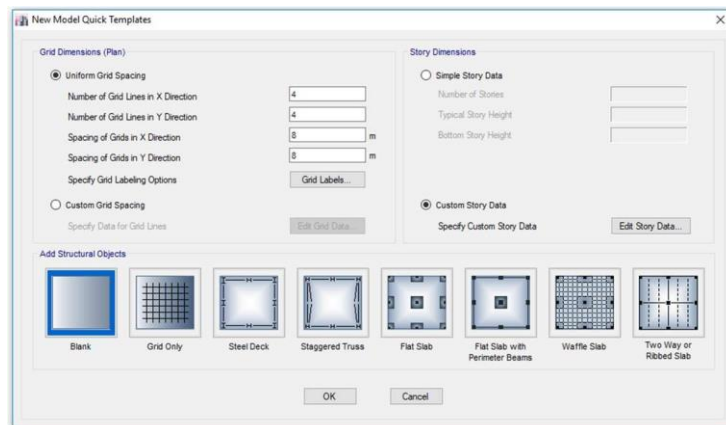
1. Plat lantai menerima beban lateral (beban gempa) dan tegak lurus atau didalam aplikasi disebut elemen *shell*
2. Pondasi bekerja sebagai tumpuan jepit, karena pondasi tidak diperbolehkan mengalami rotasi dan translasi

Pemodelan struktur dimulai dengan memasukkan grid pada lembar kerja. Langkah pertama adalah membuka aplikasi dan klik *new model*. maka akan muncul tampilan seperti di bawah ini.



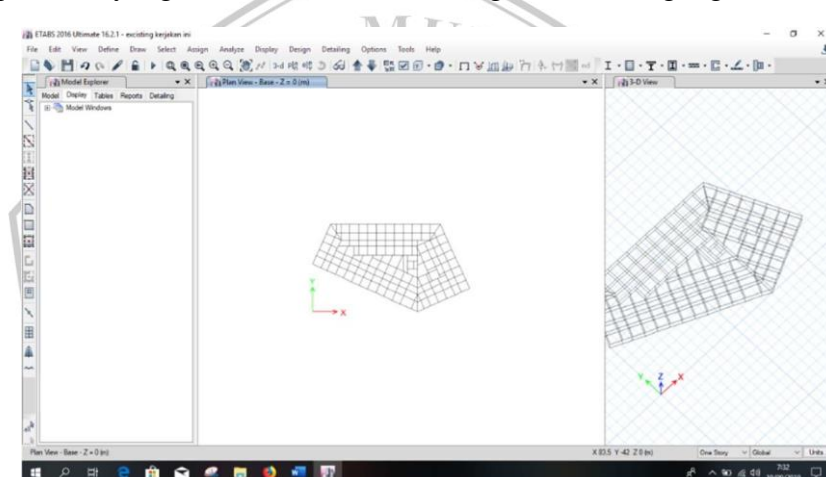
Gambar 3. 13 Standar Yang Akan digunakan Dalam Aplikasi

Kemudian menentukan bentuk dari grid yang akan digunakan dengan cara mengekspor dari file gambar yang telah tersedia seperti .dxf, .rvt dan format gambar lainnya. Berikut adalah tampilan dari proses nya.



Gambar 3. 14 Format Grid Yang Akan Digunakan

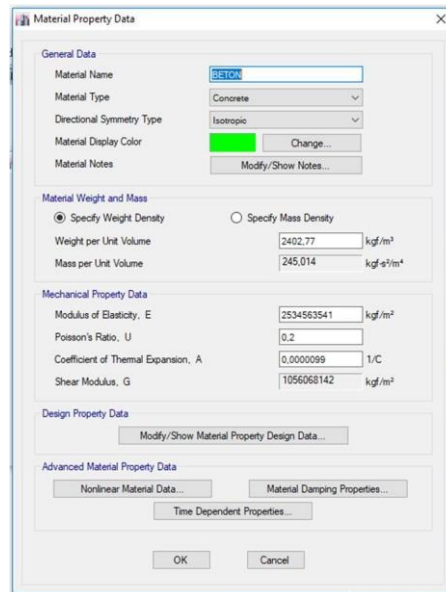
Kemudian klik bar *file – import – .DXF/.DWG file of architectural plan*,
Kemudian pilih file yang telah dibuat dan akan digunakan sebagai grid.



Gambar 3. 15 Input Grid Pada Aplikasi

3.6.2.2 Material Struktur

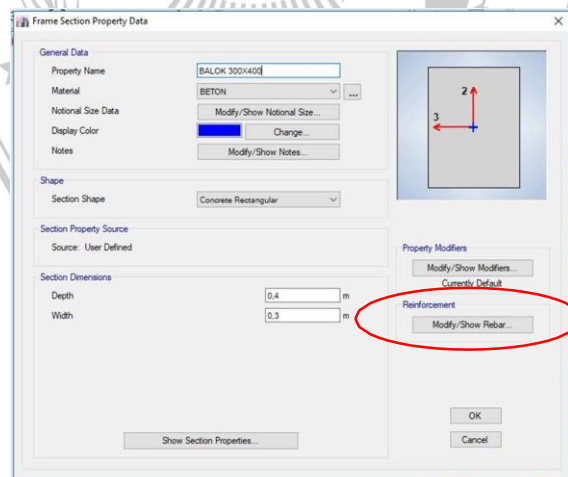
Langkah berikutnya adalah memasukan material dan komponen-komponen struktur berupa kolom, balok, plat lantai dan dinding geser. Pilih tab *define – material properties – add new material*.



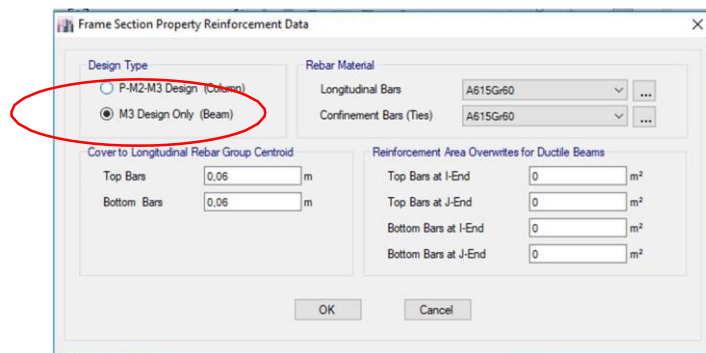
Gambar 3. 16 Mutu Bahan Yang Akan Digunakan

3.6.2.3 Detail Elemen Struktur

Untuk komponen struktur seperti kolom, balok dan plat lantai langkahnya adalah *define – section properties – frame section* (untuk kolom dan balok) / *slab section* (untuk plat lantai) – *add new property* perlakuan yang sama juga berlaku untuk komponen struktur yang, tentunya penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan.



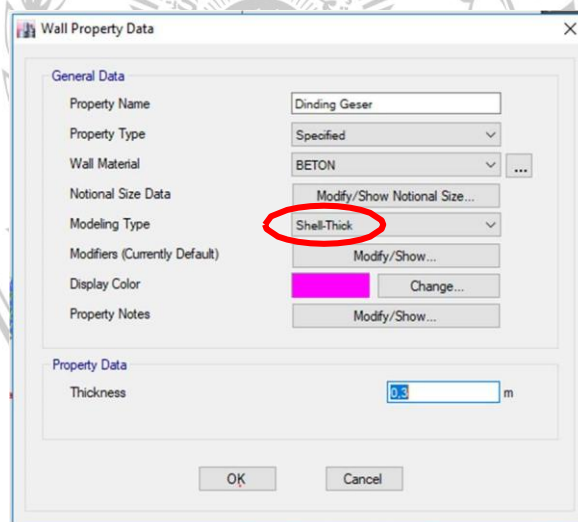
Gambar 3. 17 Pengaturan Dimensi Struktur



Gambar 3. 18 Menentukan Jenis Struktur yang Digunakan

3.6.2.4 Shear Wall

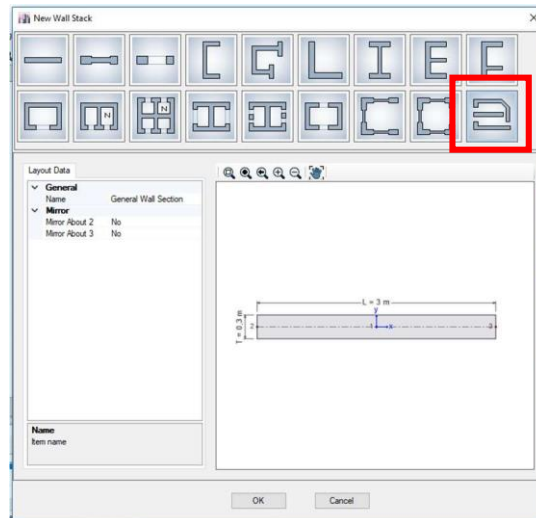
Penggunaan dinding geser berbeda dengan penggunaan dinding pada umumnya, hal ini terkait dengan penggunaan material dan fungsi yang jauh berbeda. Jika dinding bisa hanya digunakan sebagai sekat antar ruangan maka dinding geser diperuntukkan menopang gedung dan gaya-gaya yang bekerja secara horisontal/lateral. Sehingga dapat ditunjukkan proses inputnya adalah *Define – Section Properties – Wall Section – Add New Property*.



Gambar 3. 19 Properties Shear Wall

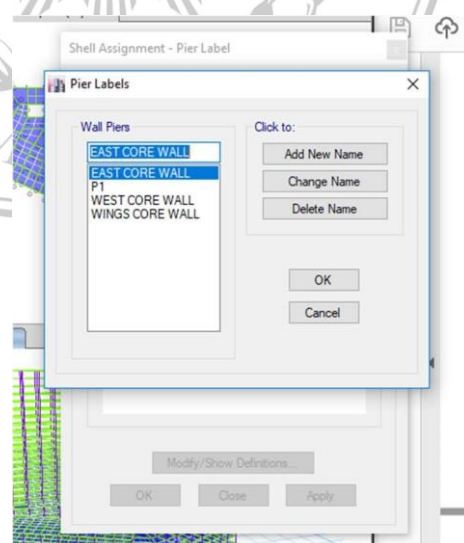
Shear wall diasumsikan sebagai dinding yang memiliki dimensi yang tebal dan mampu menumpu bangunan dari dasar menggantikan fungsi dari pondasi, maka daripada itu dinding geser dimodelkan sebagai *shell thick*. Kemudian untuk memasukkan dinding geser ke dalam struktur adalah

dengan perintah *Draw – Draw Wall Stacks* kemudian pilih *icon* yang berada di ujung kanan.



Gambar 3. 20 Pemodelan Dinding Geser

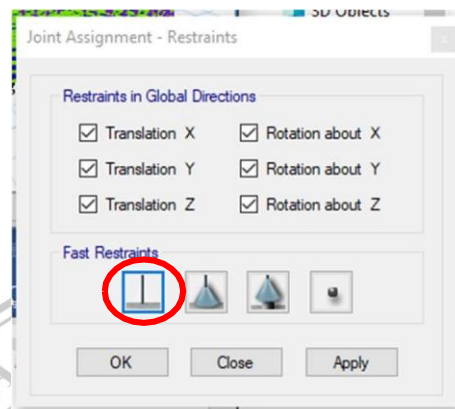
Menempatkan dinding geser memiliki sifat seperti kolom yang menerima beban lentur dan axial sehingga model yang diberikan juga berbentuk pier atau pilar. Langkahnya adalah *Assign – Shell/Area – Pier Label – Add New Pier* kemudian di klik dinding geser yang telah terpasang di menu *assign – shell – pier label*.



Gambar 3. 21 Pelabelan Pier Untuk Shear Wall

3.6.2.5 Pemodelan Pondasi

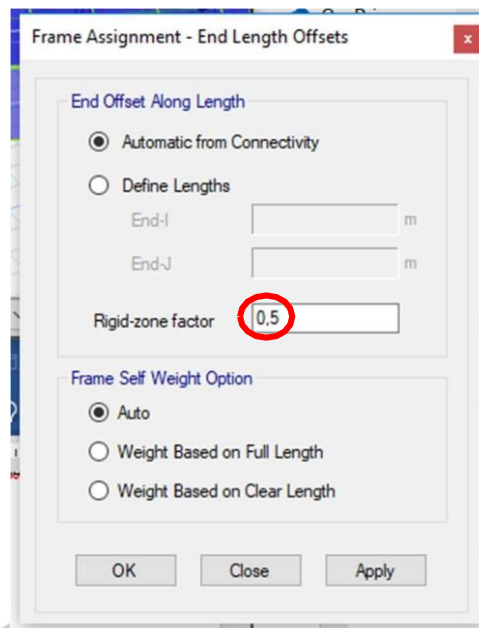
Pondasi yang dipasang akan dijadikan sebagai tumpuan jepit karena pondasi yang ada di lapangan adalah pondasi *pile cap* yang sifatnya adalah tidak boleh mengalami rotasi maupun translasi. Maka yang harus dilakukan pada saat *input* pondasi adalah *Assign – Joint – Restrains*.



Gambar 3. 22 Pemodelan Pondasi yang Akan Digunakan

3.6.2.6 Kekakuan Sambungan Kolom dan Balok

Struktur kolom dan balok terhubung oleh struktur beton monolit yang bersifat kaku (*rigid zone offset*). Nilai yang akan dimasukkan dalam etabs berkisar antara 0 (tanpa kekakuan) – 1 (sangat kaku) tergantung dari seberapa besar nilai kekakuan yang diinginkan. Namun pada umumnya yang digunakan dalam analisa adalah ditengah nilai yang ada atau lebih tepatnya disarankan dengan nilai $\leq 0,5$. Pada aplikasi Etabs langkah yang dapat dilakukan adalah memilih terlebih dahulu komponen kolom dan balok dengan perintah *Select – Object Type* kemudian pilih *Column* dan *Beam*. Setelah elemen-elemen tersebut telah terpilih maka dapat dimasukkan nilai kekakuan dengan cara *Assign – Frame – End Length Offsets*.



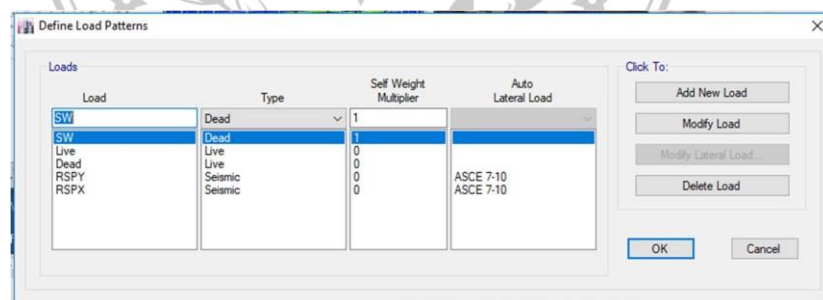
Gambar 3. 23 Menentukan Faktor Kekakuan Balok dan Kolom

3.6.2.7

Pembebanan

1. Beban Mati

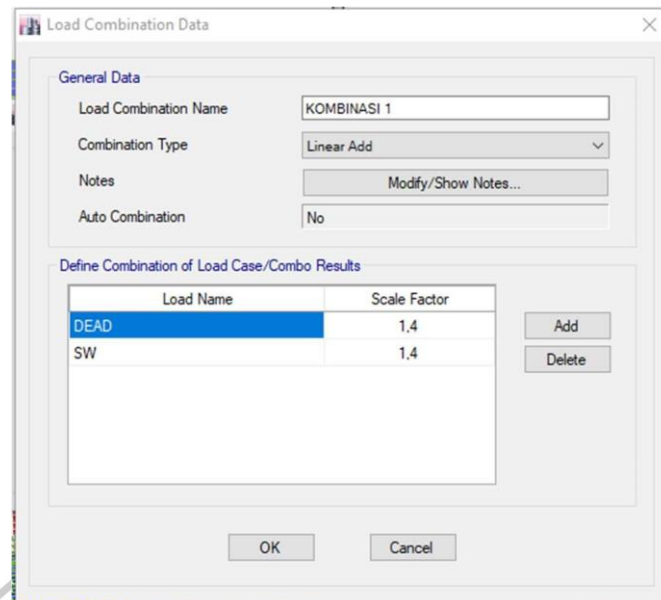
Beban mati pada struktur seperti kolom, balok dan plat akan terhitung secara otomatis pada aplikasi etabs sehingga tidak perlu lagi untuk menginput ulang dari masing-masing pembebanan tersebut. Untuk pembebanan sendiri langkah *input* data langkahnya adalah *Define – Load Patterns*



Gambar 3. 24 Pembebanan Pada Struktur Gedung

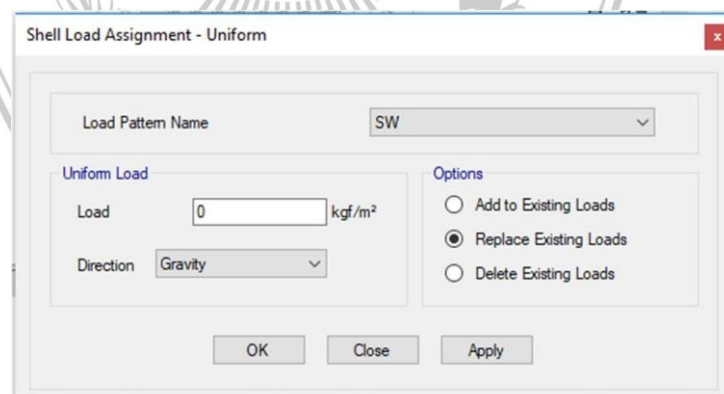
Adapun kombinasi pembebanan yang diambil berdasarkan SNI 1726:2012 pasal 4.2.3 dan disebutkan pula pada SNI 2847:2013 pada pasal 9.2.1 mengenai kekuatan perlu pada bangunan beton. Cara memasukkan

kombinasi pembebanan tersebut kedalam ETABS adalah *Define – Load Combination – Add New Combo*.



Gambar 3. 25 Input Faktor Beban Kombinasi

Untuk beban mati yang tidak masuk ke dalam berat struktur ada tahapan yang harus dilakukan, meneruskan dari pembebanan yang telah dimasukkan sebelumnya. Untuk beban mati yang bekerja merata langkahnya adalah *Assign – Shell Loads – Uniform*.



Gambar 3. 26 Beban Mati Merata

Sedangkan untuk beban mati yang bekerja terpusat seperti beban dinding dan partisi lainnya, lift, maupun reaksi tumpuan kuda-kuda lainnya

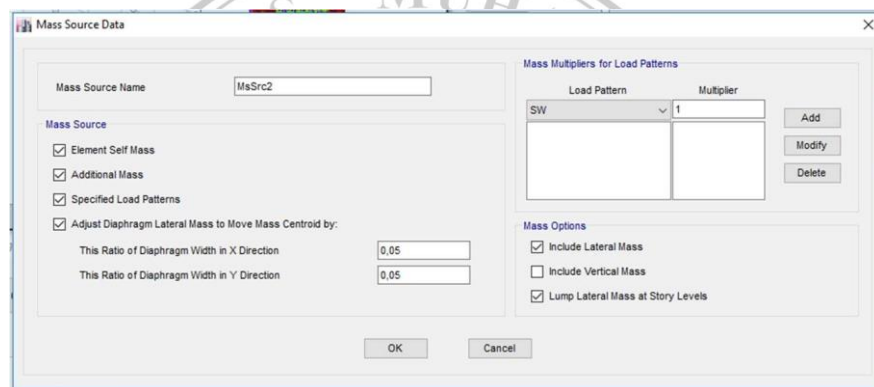
langkahnya adalah *Assign – Frame loads – Distributed* (dinding dan partisi lainnya) / *Point* (lift dan tumpuan kuda-kuda)

2. Beban Hidup

Beban hidup akan dimasukkan berdasarkan dari fungsi bangunan dan masing-masing ruang yang akan digunakan. Cara input beban hidup pada etabs adalah dengan cara *Assign – Shell Loads – Uniform – Load Case Name – Live*.

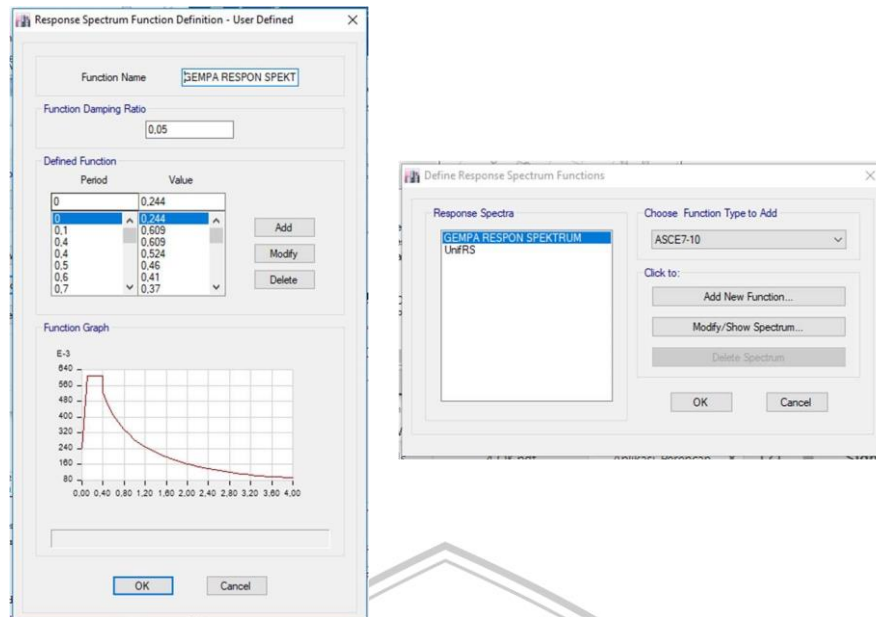
3. Beban Gempa Dinamis Respons Spektrum

Beban gempa dinamis respon spektrum bergantung kepada percepatan gempa dan massa total struktur, maka massa tambahan yang dimasukkan pada ETABS dikalikan dengan faktor reduksi sesuai dengan fungsi gedung. Cara input massa tambahan yang dimaksud adalah dengan cara *Define – Mass Source*.



Gambar 3. 27 Insert Koefisien Respon Spektrum

Kemudian masukkan respon spektrum gempa rencana dengan cara meninjau kembali kelas tanah lokasi yang direncanakan berdasarkan data tanah yang telah didapatkan. Cara yang dilakukan adalah dengan cara *Define – Function – Respon Spectrum – User Spectrum – Add New Function*.



Gambar 3. 28 Input Manual Kurva Response Spectrum

Setelah semua langkah telah dilakukan maka berikutnya adalah menjalankan program analisa struktur dengan tujuan mendapatkan *output* yang dibutuhkan. Langkah yang perlu dilakukan adalah *Run* (Tunggu sampai proses selesai) – *Display* – *Show Table* dan pilih jenis *output* yang dibutuhkan.

3.6.3 Analisa Stabilitas Gedung

Stabilitas gedung ditentukan dengan tujuan untuk memberi batasan terhadap keamanan struktur agar tidak melebihi batasan tersebut. Stabilitas yang dimaksud terdiri dari nilai simpangan dengan nilai :

$$\Delta_{ijin} = 0,02 \times h_{sx} \dots \dots \dots (3.15)$$

Jika nilai diatas sudah didapatkan maka dapat dilanjutkan untuk cek stabilitas gedung dengan aspek-aspek sebagai berikut :

$$1. \text{ Drift ratio} = \frac{\delta_{top}}{K_{total}} < 0,0025 \text{ (berdasarkan AISC-2005 dan UBC)}$$

Dimana : δ_{top} = nilai simpangan pada puncak bangunan
 H_{total} = tinggi bangunan

$$2. \text{ Drift storey} = \frac{\delta_{i+1} - \delta_i}{h} < \Delta_{ijin}$$

Dimana : δ_{i+1} = simpangan pada tingkat ke-(i+1)

δ_i = simpangan pada tingkat ke-i

h = tinggi antar lantai

3. Efek P-Delta

Untuk gedung diatas 10 tingkat atau 40 meter maka cek terhadap efek P-Delta

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \leq \frac{0,05}{\beta C_d} \leq 0,25 \dots \dots \dots (3. 16)$$

Berikutnya adalah menghitung stabilitas gedung terhadap momen torsi yang bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya puntir pada gedung, faktor penting yang sangat berpengaruh pada saat terjadinya puntir adalah adanya eksentrisitas antara pusat massa dan pusat kekakuan pada bangunan. Sehingga persamaan yang digunakan dalam perhitungan stabilitas tersebut adalah :

$$M_t = 100\% F_{xx} e_y + 30\% F_{yy} e_x \dots \dots \dots (3. 17)$$

Atau apabila terjadi momen torsi tak terduga maka momen torsi yang telah ada sebelumnya akan ditambah dengan 5% dimensi struktur. Setelah diketahui nilai momen torsi maka dapat ditentukan penambahan nilai gaya geser pada masing-masing elemen vertikal (kolom dan dinding geser)

$$V_x = \frac{M_t y}{(x^2 + y^2)} \dots \dots \dots (3. 18)$$

3.6.4 Menghitung Perencanaan Penulangan

1. Perhitungan Gaya yang Bekerja Pada Dinding Geser

a. Perhitungan Tulangan Vertikal dan Horisontal

- M_u
- V_u
- l_n = l_w – dimensi kolom
- $d_{rencana}$ = $l_n - 100$

Gaya geser desain pada dinding geser direncanakan dengan ketentuan :

$$V_u > 0,0083 A_{cv} \lambda \sqrt{f_c'}, \text{ Untuk } \rho_{min} = 0,0025$$

$$A_{cv} = t_w \times h_w$$

$$\lambda = 1 \text{ (beton bertulang)}$$

Menentukan lapis tulangan yang dipakai :

$$V_u > 0,17 A_{cv} \lambda \sqrt{f'c'}$$

Untuk menghitung luas tulangan dinding geser setiap 1m :

$$0,0025 A_{cv} \times (1m)$$

$$S = \frac{A_{Ec}}{A_{cv}}$$

Perhitungan Kuat geser nominal pada dinding geser :

$$V_n = A_{cv} (\alpha_c \sqrt{f'c'} + \rho_t f_y)$$

Dimana :

dimana koefisien α_c adalah 0,25 untuk $h_w/l_w \leq 1,5$, adalah 0,17 untuk $h_w/l_w \geq 2,0$, dan bervariasi secara linier antara 0,25 dan 0,17 untuk h_w/l_w antara 1,5 dan 2,0.

Dengan mendapatkan nilai $\frac{h_w}{l_w}$, maka α_c dapat ditentukan.

$$\rho_t = \frac{A_s}{t_w x_s}$$

Kontrol

$$\phi V_n = 0,75 \times V_n > V_u$$

b. Perhitungan Tulangan Bagi

Didalam SNI 2847:2013 menyebutkan bahwa untuk rasio tulangan f_y 400 didapatkan dengan cara $\frac{0,0018 \times 420}{f_y}$.

7.12.2.1 Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:

- | | |
|--|---------------------------------|
| (a) Slab yang menggunakan batang tulangan ulir Mutu 280 atau 350 | 0,0020 |
| (b) Slab yang menggunakan batang tulangan ulir atau tulangan kawat las Mutu 420 | 0,0018 |
| (c) Slab yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35 persen..... | $\frac{0,0018 \times 420}{f_y}$ |

Jadi dapat dihitung luas tulangan baja minimal adalah :

$$A_{smin} = \rho_{min} \times b \times t_w$$

c. Menghitung Elemen Pembatas (*Boundary*)

Pendekatan terhadap tegangan yang digunakan untuk memeriksa keamanan dari struktur dinding geser.

$$\frac{P_U}{A_g} + \left(\frac{M_u}{I_g} \times \frac{l_w}{2} \right) \geq 0,2f_c'$$

d. Panjang Elemen Pembatas

$$T = C$$

$$A_s \times f_s = 0,85 \times f_c' \times a \times b ; (1)$$

Dimana,

$$a = \beta_1 \times c$$

$$b = t_w$$

$$\text{nilai } f_s = \epsilon_s \times E_s$$

Digunakan cara coba-coba dengan rumus :

$$c = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Elemen pembatas memiliki panjang yang harusnya kurang dari $(c - 0,1l_w)$ atau $(c/2)$ terhitung dari tepi terluar.

e. Menghitung Tulangan Pengekang Pada Elemen Pembatas

Luas penampang pengekang diisyaratkan di dalam SNI 2847:2013 :

- $\frac{1}{4} \times \text{panjang sisi terpendek}$
- $6 \times d_b$

$$b_c = \text{tebal dinding} - \left(2 \times \text{selimut beton} + \frac{1}{2} d \right)$$

$$A_{sh} = 0,09 \times \frac{S_{sbcs} f_{cu}}{f_y}$$

f. Panjang Penyaluran Tulangan

- $8d_b$
- 150 mm
- $l_{dh} = \frac{f_y \times d_b}{5,4 \sqrt{30}}$

3.7 Diagram Flow Chart

